

Verfahren zum Steuern eines
Antriebsstranges eines Fahrzeugs

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines
Antriebsstranges eines Fahrzeugs gemäß der im Oberbegriff
des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

10 In der Praxis wird ein durch eine Antriebsmaschine er-
zeugtes Antriebsmoment über eine Getriebeeinheit auf einen
Abtrieb eines Fahrzeugs geführt. Dabei stellt die Antriebs-
maschine mit der Getriebeeinheit und dem Abtrieb einen so-
genannten Antriebsstrang dar, der über eine Steuereinrich-
tung angesteuert wird.

15 Um möglichst viele Gangstufen bei möglichst wenig
Zahnradpaarungen zur Verfügung stellen zu können, wird die
Getriebeeinheit als ein Mehrgruppengetriebe ausgeführt, das
wiederum eine Kombination aus mehreren einzelnen in Reihe
20 geschalteten Getriebegruppen darstellt. Bei den Getriebe-
gruppen handelt es sich im allgemeinen um sogenannte Vor-
schaltgruppen, Hauptgetriebe und Nachschaltgruppen, wobei
letztere auch als Rangegruppen bezeichnet werden. Ist ein
Hauptgetriebe eines Mehrgruppengetriebes als ein Automat-
25 getriebe ausgeführt, wird ein hoher Schaltkomfort bei vie-
len Gangstufen bereitgestellt. Ein solches Automatgetriebe
kann beispielsweise sechs Gangstufen für Vorwärtsfahrt und
einen Rückwärtsgang aufweisen.

30 Eine Rangegruppe eines Mehrgruppengetriebes ist da-
durch charakterisiert, daß eine Eingangsdrehzahl der Range-
gruppe immer ins „Langsame“ übersetzt wird, wobei gleich-
zeitig eine hohe Drehmomentsteigerung erfolgt. Um das

Durchleiten der hohen Ausgangsmomente einer Rangegruppe durch das Hauptgetriebe zu vermeiden, werden Rangegruppen einem Hauptgetriebe eines Mehrgruppengetriebes vorzugsweise nachgeschaltet. Die Nachschaltgruppe oder Rangegruppe eines Mehrgruppengetriebes wird in der Praxis oft entweder als Vorgelegegetriebe-Gruppe oder als Planetengetriebe-Gruppe ausgeführt, wobei eine Planetengetriebe-Gruppe im Vergleich zu einer Vorgelegegetriebe-Gruppe die kompaktere Alternative darstellt.

Eine Änderung einer Übersetzung einer Rangegruppe erfolgt durch Schaltelemente, mittels welchen zwischen einer ersten Übersetzung („low“) und einer zweiten Übersetzung („high“) umgeschaltet wird. Dabei steht einem Fahrer bei eingelegter erster Übersetzung „low“ in der Rangegruppe in Kombination mit dem Hauptgetriebe ein Übersetzungs-
bereich zur Verfügung, der für einen Betrieb eines Fahrzeuges in einem Gelände mit großen Steigungen und bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten vorteilhaft ist.

Die zweite Übersetzung „high“ der Rangegruppe ist weniger verlustbehaftet, so daß bei normalen Geländebedingungen und auch bei höheren Fahrgeschwindigkeiten die zweite Übersetzung „high“ bevorzugt in der Rangegruppe eingelegt werden sollte.

Eine Änderung der Übersetzung einer Rangegruppe bewirkt einen hohen Übersetzungssprung in der Rangegruppe und auch der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes. Bleibt eine Abtriebsgeschwindigkeit während der Schaltung im wesentlichen gleich, so ist eine Differenzdrehzahl zwischen der Antriebsdrehzahl der Antriebsmaschine vor der Schaltung und der Antriebsdrehzahl der Antriebsmaschine der „neuen“ Über-

setzung des Mehrgruppengetriebes, bei der ein zuzuschalten-
des Schaltelement der Rangegruppe in Bezug auf die Ab-
triebsdrehzahl synchron ist, groß. Derart hohe Differenz-
drehzahlen verursachen jedoch durch längere Anpassungspha-
5 sen, in denen ein Antriebsmoment der Antriebsmaschine zum
Ausgleich der Differenzdrehzahlen der Antriebsmaschine ver-
ändert wird, lange Schaltzeiten bzw. lange Zugkraftunter-
brechungszeiten. Dies ist besonders dann problematisch,
wenn eine Antriebsdrehzahl der Antriebsmaschine gesenkt
10 werden muß.

Um die Schaltzeiten zu verkürzen ist dazu übergegangen
worden, während der Änderung der Übersetzung der Rangegrup-
pe gleichzeitig eine derartige Schaltung im Hauptgetriebe
15 durchzuführen, so daß eine Übersetzungsänderung des Mehr-
gruppengetriebes und damit eine Differenzdrehzahl der An-
triebsdrehzahl reduziert ist.

Nachteilig dabei ist jedoch, daß das Schubmoment der
20 Antriebsmaschine nicht ausreichend ist, um eine Differenz-
drehzahl der Antriebsmaschine derart schnell auszugleichen,
daß Schaltungen mit kurzen Zugkraftunterbrechungszeiten
durchgeführt werden können, was insbesondere einen Fahrbe-
trieb bei großen Steigungen stark beeinträchtigt.

25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein
Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Fahr-
zeugs zur Verfügung zu stellen, mit dem Übersetzungsände-
rungen in einer Rangegruppe mit kurzen Zugkraftunterbre-
30 chungszeiten durchführbar sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren
gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Mit dem Verfahren nach der Erfindung, bei dem bei einer Änderung der Übersetzung der Rangegruppe eine Drehzahl der Antriebsmaschine über eine Veränderung einer Übertragungsfähigkeit wenigstens eines Schaltelementes des Automatgetriebes auf eine der einzustellenden Übersetzung des Mehrgruppengetriebes äquivalente Anschlußdrehzahl, bei der das zuzuschaltende Schaltelement der Rangegruppe synchron ist, eingestellt wird, wird eine Zugkraftunterbrechungszeit vorteilhafterweise wesentlich verkürzt.

Dies ergibt sich daraus, daß beispielsweise bei einem Erhöhen einer Übertragungsfähigkeit einer Bremse des Automatgetriebes die Antriebsmaschine über die Bremse bedarfsweise abgebremst werden kann und der Ausgleich der Differenzdrehzahl zwischen der Antriebsdrehzahl vor der Schaltung und zum Zeitpunkt der Schaltung wesentlich schneller erfolgt als es Fall ist, wenn die Differenzdrehzahl bei reduziertem Antriebsmoment der Antriebsmaschine alleine durch das Schubmoment der Antriebsmaschine ausgeglichen wird.

Die mit der Einstellung der Übertragungsfähigkeit wenigstens eines Schaltelementes des Automatgetriebes einhergehende günstige Gegenschaltung in dem Automatgetriebe führt zusätzlich bei einer Änderung der Übersetzung der Rangegruppe auch zur Reduzierung der Differenzdrehzahlen zwischen Drehzahlen der Antriebsmaschine der Ausgangsübersetzung des Mehrgruppengetriebes und der neuen einzustellenden Übersetzung des Mehrgruppengetriebes. Damit werden sehr kurze Zugkraftunterbrechungszeiten erreicht.

In einer vorteilhaften Variante des Verfahrens nach der Erfindung ist es vorgesehen, daß bei einer Überset-

zungsänderung der Rangegruppe eine Synchronisierung eines zuzuschaltenden Schaltelementes der Rangegruppe über eine Ansteuerung von Schaltelementen des Automatgetriebes durchgeführt wird. Dadurch kann in vorteilhafter Weise auf mechanische Synchronisierungen in der Rangegruppe - als separate Bauteile oder in Schaltelemente der Rangegruppe integriert - verzichtet werden. Es besteht dann vorteilhafterweise die Möglichkeit, eine Rangegruppe im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Mehrgruppengetrieben mit einem konstruktiv wesentlich geringeren Aufwand auszuführen, wodurch die Rangegruppe einen geringeren Bauraumbedarf aufweist.

Des weiteren bietet die Synchronisierung der Rangegruppe bei einer Änderung der Übersetzung der Rangegruppe über das Automatgetriebe den Vorteil, daß Schaltelemente der Rangegruppe als formschlüssige Schaltelemente, vorzugsweise als Klauenkupplungen, ausgeführt werden können, über welche hohe Drehmomente übertragbar sind, die wenig Bauraum beanspruchen und die geringe Herstellkosten verursachen.

Zusätzlich ist von Vorteil, daß sich durch den Entfall der mechanischen Synchronisierungen in der Rangegruppe eine Reduktion von Schleppmomenten geöffneter mechanischer Synchronisierungen der Rangegruppe ergibt und eine Wärmeentwicklung in der Rangegruppe wesentlich herabgesetzt wird. Die Schleppmomente entstehen bei mechanischen Synchronisierungen im wesentlichen durch Flüssigkeitsreibung, die zwischen Reibbelägen reibschlüssiger Kupplungen oder Bremsen durch Öl verursacht wird.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß durch die Synchronisierung der Rangegruppe über das Automatgetriebe eine Zugkraftunterbre-

chungszeit im Vergleich zu aus der Praxis bekannten Verfahren erheblich reduziert wird, da eine Veränderung einer Antriebsdrehzahl einer Antriebsmaschine bei Bedarf über eine geeignete Ansteuerung von Schaltelementen des Automatgetriebes auf einfache Art und Weise in kurzer Zeit erfolgen kann.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und aus den nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig beschriebenen Ausführungsbeispielen.

Es zeigt:

Fig.1 eine stark schematisierte Darstellung eines Antriebsstranges mit einer Antriebsmaschine, einem Anfahrerelement und einem aus einem Automatgetriebe und einer Rangegruppe bestehenden Mehrgruppengetriebe;

Fig.2 ein schematisch dargestellter Automatgetriebe-
wählhebel, welcher eine Offroadposition aufweist;

Fig.3 ein Balkendiagramm, in welchem Übersetzungen eines Mehrgruppengetriebes in Abhängigkeit von Übersetzungen eines Automatgetriebes und einer Rangegruppe dargestellt sind;

Fig.4 ein Diagramm, in welchem für einzelne Gangstufen des Mehrgruppengetriebes gemäß Fig. 3 jeweils ein Verlauf einer Fahrzeuggeschwindigkeit über einer Drehzahl einer Antriebsmaschine dargestellt ist;

Fig.5 mehrere Verläufe von Drehmomenten, welche sich während einer Änderung einer Übersetzung in der Rangegruppe des Mehrgruppengetriebes an Bauteilen des Antriebsstranges gemäß Fig. 1 einstellen;

5

Fig.6 ein Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm mit mehreren Verläufen, welche mit den in Fig. 5 dargestellten Drehmomentverläufen korrespondieren;

10

Fig.7 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Automatgetriebewählhebels, der mit einem Auswahlschalter zur Vorgabe einer Übersetzung in der Rangegruppe kombiniert ist;

15

Fig.8 ein Balkendiagramm, in welchem verschiedene Gangstufen eines über den Automatgetriebewählhebel und den Auswahlschalter gemäß Fig. 7 ansteuerbaren Mehrgruppengetriebes dargestellt sind;

20

Fig.9 ein Diagramm, in welchem für einzelne Gangstufen des Mehrgruppengetriebes gemäß Fig. 8 jeweils ein Verlauf einer Fahrzeuggeschwindigkeit über einer Drehzahl einer Antriebsmaschine dargestellt ist;

25

Fig.10 mehrere Verläufe von Drehmomenten, welche sich während einer in Fig. 9 schematisch dargestellten Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe des Mehrgruppengetriebes an Bauteilen

30

des Antriebsstranges gemäß Fig. 1 einstellen
und

Fig.11 mehrere Drehzahlverläufe von Bauteilen des
Mehrgruppengetriebes, welche mit den Drehmo-
mentverläufen gemäß Fig. 10 korrespondieren.

Bezug nehmend auf Fig. 1 ist ein Antriebsstrang 1 ei-
nes nicht näher dargestellten Fahrzeuges, insbesondere ei-
nes Geländefahrzeugs, stark schematisiert dargestellt. Der
Antriebsstrang 1 besteht vorliegend aus einer Antriebsma-
schine 2, einem Anfahrelement 3 und einem Mehrgruppenge-
triebe 4. Die Antriebsmaschine 2 ist als eine Brennkraftma-
schine ausgeführt, deren Antriebsmoment m_{mot} über eine
Ausgangswelle 5 an das mit einem hydrodynamischen Drehmo-
mentwandler 6 ausgeführte Anfahrelement 3 gegeben wird.
Zusätzlich ist das Anfahrelement 3 mit einer geregelten
Wandlerkupplung 7 ausgebildet, mit der der hydrodynamische
Drehmomentwandler 6 überbrückbar ist.

Das dem Anfahrelement 3 in Reihe nachgeschaltete Mehr-
gruppengetriebe 4 ist vorliegend aus einem Automatgetrie-
be 8 und einer nachgeschalteten Rangegruppe 9 gebildet,
wobei das Automatgetriebe 8 das Hauptgetriebe des Mehrgrup-
pengetriebes 4 darstellt.

Die vorliegende Getriebekombination des vorliegenden
Mehrgruppengetriebes 4 besteht vorliegend aus dem last-
schaltbaren Automatgetriebe 8 und einer klauengeschalteten
Getriebegruppe mit Reduktionsstufe bzw. der Rangegruppe 9
mit automatisierter Betätigung. Diese Getriebekombination
ist mit einem elektronischen Steuersystem versehen, welches
aus einem Automatgetriebesteuergerät, aus einem Rangegrup-

pensteuergerät und einem Antriebsmaschinensteuergerät besteht.

Diese drei nicht näher dargestellten Steuergeräte sind miteinander vernetzt und tauschen die zur Ansteuerung des Antriebsstranges 1 erforderlichen Signale untereinander aus. Durch eine koordinierte Ansteuerung des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 wird die klauengeschaltete Rangegruppe 9 bei einem Übersetzungswechsel in der Rangegruppe 9 über das Automatgetriebe 8 synchronisiert. Die Synchronisierung der Rangegruppe 9 bzw. der jeweils zuzuschaltenden Schaltelemente der Rangegruppe 9 erfolgt durch eine geeignete Ansteuerung der Schaltelemente A bis E des Automatgetriebes 8.

Das Automatgetriebe 8 weist einen ersten Planetenradsatz 10 auf, wobei ein Hohlrad 11 des ersten Planetenradsatzes 10 mit dem Anfahr-element 3 verbunden ist. Mehrere Planeten wälzen sich zwischen dem Hohlrad 11 und einem Sonnenrad 12 des ersten Planetenradsatzes 10 ab und sind auf einem Planetenträger 13 drehbar geführt. Der Planetenträger 13 des ersten Planetenradsatzes 10 ist mit einem Schaltelement A und einem Schaltelement B verbunden, wobei die Schaltelemente A und B als reibschlüssige Lamellenkupplungen ausgeführt sind.

Das Hohlrad 11 des ersten Planetenradsatzes 10 ist mit einem als reibschlüssige Lamellenkupplung ausgebildeten Schaltelement E verbunden. Über die Schaltelemente A, B und E ist jeweils eine Verbindung zwischen dem ersten Planetenradsatz 10 und einem als doppelter Planetenradsatz ausgeführten zweiten Planetenradsatz 14 herstellbar, der im wesentlichen einem Ravigneaux-Planetenradsatz entspricht.

Der zweite Planetenradsatz 14 weist ein erstes Sonnenrad 15 und ein zweites Sonnenrad 16 auf, wobei sich zwischen dem ersten Sonnenrad 15 und einem gemeinsamen Hohlrad 17 sowie dem zweiten Sonnenrad 16 und dem gemeinsamen Hohlrad 17 jeweils mehrere Planeten abwälzen, welche auf einem ersten Planetenträger 18 bzw. einem zweiten Planetenträger 19 des zweiten Planetenradsatzes 14 drehbar gehalten sind.

Das Sonnenrad 12 des ersten Planetenradsatzes 10 ist ortsfest in einem Getriebegehäuse 20 des Automatgetriebes 8 fixiert. Das zweite Sonnenrad 16 des zweiten Planetenradsatzes 14 ist vorzugsweise über ein als reibschlüssige Lamellenbremse ausgeführtes Schaltelement C mit dem Getriebegehäuse 20 verbunden. Darüber hinaus ist der zweite Planetenträger 19 des zweiten Planetenradsatzes 14 über ein als reibschlüssige Lamellenbremse ausgeführtes Schaltelement D mit einem ortsfest in dem Getriebegehäuse 20 angeordneten Bauteil oder direkt mit dem Getriebegehäuse 20 verbindbar.

Das gemeinsame Hohlrad 17 des zweiten Planetenradsatzes ist mit einem Sonnenrad 21 der Rangegruppe 9 verbunden, wobei sich zwischen dem Sonnenrad 21 und einem Hohlrad 22 der Rangegruppe 9 mehrere Planeten abwälzen, die auf einem Planetenträger 23 der Rangegruppe 9 drehbar gelagert sind, der wiederum mit dem Abtrieb verbunden ist.

Zur Darstellung einer ersten Übersetzung „low“ der Rangegruppe 9 ist das Hohlrad 22 der Rangegruppe 9 über ein erstes Schaltelement 24 mit einem Getriebegehäuse 20A der Rangegruppe 9 derart verbindbar, daß das Hohlrad 22 nicht drehbar mit dem Getriebegehäuse 20A der Rangegruppe 9 verbunden ist. Eine zweite Übersetzungsstufe „high“ der Range-

gruppe 9 ist dann eingelegt, wenn das erste Schaltele-
ment 24 geöffnet bzw. ausgerückt ist und ein zwischen dem
Hohlrad 22 und dem Planetenträger 23 angeordnetes zweites
Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 geschlossen ist und das
5 Hohlrad 22 mit dem Planetenträger 23 verbindet.

Über einen in Fig. 2 dargestellten Automatgetriebe-
wählhebel 26 sind von einem Fahrer verschiedene Vorgaben
wählbar. Dabei sind verschiedene Stellungen „O“, „P“, „R“,
10 „N“ und „D“ des Automatgetriebewählhebels 26 möglich, die
durch eine Rastierung für einen Fahrer erkennbar voneinan-
der getrennt sind. In den Positionen „O“ (Offroad) und
„D“ (Drive) des Automatgetriebewählhebels 26 ist jeweils
als Fahrrichtung „Vorwärtsfahrt“ des Fahrzeuges ausgewählt.
15 Die Position „P“ (Parken) wird in stehendem Zustand des
Fahrzeuges eingelegt, wobei der Abtrieb des Fahrzeugs blo-
ckiert ist. Die Position „R“ (Rückwärts) wird zum Einlegen
eines Rückwärtsganges ausgewählt und in der Positi-
on „N“ (Neutral) ist der Kraftfluß des Antriebsstranges 1
20 von der Antriebsmaschine 2 zum Abtrieb des Fahrzeuges im
Bereich des Mehrgruppengetriebes 4 unterbrochen.

Die Positionen „O“ und „D“ bzw. die damit verbundenen
Funktionen des Automatgetriebewählhebels 26 für Vorwärts-
25 fahrt unterscheiden sich dahingehend, daß bei ausgewählter
Wählhebelposition „D“ in der Rangegruppe 9 die Übersetzung
„high“ eingelegt wird und wie in Fig. 3 dargestellt für
einen Fahrbetrieb sechs Gangstufen „III-H“, „IV“, „V“,
„VI“, „VII“ und „VIII“ des Mehrgruppengetriebes 4 in Abhän-
30 gigkeit einer Übersetzung „A1“, „A2“, „A3“, „A4“, „A5“ oder
„A6“ des Automatgetriebes 8 zur Verfügung stehen. Die Ge-
samtübersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 nimmt dann Werte
in einem Bereich von z. B. 4,17 bis 0,69 an.

Eine Umschaltung zwischen den einzelnen Gangstufen „III-H“, „IV“, „V“, „VI“, „VII“ und „VIII“ des Mehrgruppengetriebes 4 erfolgt jeweils durch eine Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes 8, was vorzugsweise entsprechend einem vorgegebenen oder ausgewählten Schaltprogramm erfolgt, das beispielsweise in der Steuereinrichtung des Mehrgruppengetriebes 24 oder des Automatgetriebes 8 abgelegt ist.

Wählt ein Fahrer über den Automatgetriebewählhebel 26 die Position „O“ aus, können über das Mehrgruppengetriebe 4 außer den Gangstufen „III-H“, „IV“, „V“, „VI“, „VII“ und „VIII“ drei weitere Gangstufen „I“, „II“ und „III-L“ dargestellt werden. Die Gangstufen „I“, „II“ und „III-L“ stehen dann zur Verfügung, wenn in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „low“ eingestellt ist und in dem Automatgetriebe 8 jeweils eine erste Übersetzung „A1“, eine zweite Übersetzung „A2“ oder eine dritte Übersetzung „A3“ eingelegt ist. Eine Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 nimmt dann Werte zwischen z. B. 11,3 und 0,69 an.

Des weiteren wird in der Position „O“ des Automatgetriebewählhebels 26 aufgrund einer Betriebsstrategie, die dem jeweils aktivierten Schaltprogramm übergeordnet ist, in einem bestimmten Betriebspunkt des Antriebsstranges automatisch eine Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ in die Übersetzungsstufe „high“ vorgenommen. Gleichzeitig wird in dem Automatgetriebe von der Übersetzung „A3“ in die Übersetzung „A1“ umgeschaltet. Die Schaltvorgänge des Mehrgruppengetriebes 4 werden über eine geeignete Ansteuerung des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 vollständig automatisiert durchgeführt, wodurch ein Fahrer eines Kraftfahrzeuges entlastet wird.

Des weiteren erfolgt die Auswahl der Übersetzung „low“ bzw. „high“ der Rangegruppe 9 durch die vorgenannte übergeordnete Betriebsstrategie derart, daß „unsinnige“ Übersetzungskombinationen des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 verhindert werden.

Unter „unsinnigen“ Übersetzungskombinationen sind Kombinationen der Einzelübersetzungen des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 zu verstehen, bei welchen sehr hohe Eingangsdrehzahlen der Rangegruppe 9 vorliegen. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „low“ eingelegt ist und im Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A5“ eingelegt werden muß, um eine vom Schaltprogramm angeforderte Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 einzustellen.

Da bei einer Kombination einer „kleinen“ Übersetzung des Automatgetriebes 8 mit der Übersetzung „low“ der Rangegruppe 9 in letzterer sehr hohe Eingangsdrehzahlen auftreten, die einen niedrigen Wirkungsgrad des Mehrgruppengetriebes 4 bewirken, wird zur Darstellung einer jeweilig angeforderten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 die Übersetzung in der Rangegruppe 9 von „low“ nach „high“ geändert und im Automatgetriebe automatisch eine „größere“ Übersetzung zur Darstellung der angeforderten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 eingelegt. Dann ist die Eingangsdrehzahl der Rangegruppe 9 reduziert und die Rangegruppe 9 wird in "high" betrieben, womit der Wirkungsgrad des Mehrgruppengetriebes 4 deutlich verbessert wird. Dies führt wiederum zu einer reduzierten Wärmeentwicklung in der Rangegruppe 9 sowie zu einer Senkung des Kraftstoffverbrauches des Fahrzeugs bzw. der Antriebsmaschine 2.

Um eine Umschaltung bzw. Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 mit einer möglichst geringen Zugkraftunterbrechungszeit durchführen zu können, wird die Änderung während ganz bestimmter Betriebszustände des Mehrgruppengetriebes 4 bzw. des Antriebsstranges 1 vorgenommen.

Fig. 3 zeigt ein Balkendiagramm, wobei eine Höhe der Balken jeweils einen quantitativen Wert der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 angibt. Die Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 ergibt sich jeweils durch die Kombination der Übersetzung des Automatgetriebes 8 und der Übersetzung der Rangegruppe 9 und entspricht jeweils einer der verschiedenen Gangstufen „I“, „II“, „III-L“, „III-H“, „IV“, „V“, „VI“, „VII“ und „VIII“ des Mehrgruppengetriebes 4.

Dabei ist signifikant, daß die Übersetzungen der Gangstufen „III-L“ und „III-H“ des Mehrgruppengetriebes 4 durch eine geeignete Stufung des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 in etwa gleich sind. Die beiden Gangstufen „III-L“ und „III-H“ des Mehrgruppengetriebes 4 werden ebenso wie alle anderen Gangstufen des Mehrgruppengetriebes 4 durch eine bestimmte Kombination der Übersetzungen des Automatgetriebes 4 und der Rangegruppe 9 eingestellt. Bei der Gangstufe „III-L“ des Mehrgruppengetriebes 4 ist im Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A3“ und in der Rangegruppe 9 gleichzeitig die Übersetzung „low“ eingelegt. Im Unterschied dazu ist bei der Gangstufe „III-H“ des Mehrgruppengetriebes 4 in dem Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A1“ und in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „high“ eingelegt.

Bei angewählter Position „O“ des Automatgetriebewählhebels 26 wird bei Vorliegen eines bestimmten Betriebszu-

standes in der Rangegruppe 9 von der Übersetzung „low“ nach „high“ oder in die entgegengesetzte Richtung geschaltet. Dieser Betriebszustand ist in Fig. 4 beispielhaft mit einem Kreis 30 gekennzeichnet.

5

Dadurch, daß die Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 in den Gangstufen „III-L“ und „III-H“ nahezu gleich ist, sind die Verläufe einer Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} , die in Fig. 4 über der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 aufgetragen sind, fast identisch. Eine Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 der Gangstufe „III-L“ entspricht bei einer bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} in etwa der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 der Gangstufe „III-H“ oder umgekehrt.

15

Wird in diesem Betriebszustand des Antriebsstranges 1 die Übersetzung in der Rangegruppe 9 von „low“ nach „high“ geändert, kann die Übersetzungsänderung mit einer sehr kurzen Zugkraftunterbrechungszeit durchgeführt werden, da die Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 während des Wechsels der Übersetzung in der Rangegruppe 9 nahezu gleich bleibt und nur getriebeinterne Drehmassen des Mehrgruppengetriebes 4 miteinander synchronisiert werden müssen.

25

Fig. 4 zeigt ein Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm, wobei die dargestellten Linien jeweils die Verläufe der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} über der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 der verschiedenen Übersetzungen des Mehrgruppengetriebes 4 wiedergeben. Die Übersetzungen des Mehrgruppengetriebes 4 werden jeweils aus der Kombination der Übersetzung des Automatgetriebes 8 und der die zwei Übersetzungsstufen aufweisenden Rangegruppe 9 gebildet.

30

Die einzelnen Verläufe sind jeweils durch den Buchstaben „A“ und einer der Ziffern „1“ bis „6“ gekennzeichnet, welche zusammen die im Automatgetriebe 8 eingelegte Übersetzung angeben. Darüber hinaus folgt der Ziffer entweder der Buchstabe „H“ oder der Buchstabe „L“, wobei der Buchstabe „L“ die Übersetzung „low“ bzw. der Buchstabe „H“ die Übersetzung „high“ der Rangegruppe 9 repräsentiert.

So ergibt sich beispielsweise aus der Bezeichnung „A2H“, daß sich der damit gekennzeichnete Verlauf der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} bei einer Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 einstellt, die sich aus der Kombination der zweiten Übersetzung „A2“ des Automatgetriebes 8 und der Übersetzung „high“ der Rangegruppe 9 ergibt und der Gangstufe „IV“ des Mehrgruppengetriebes 4 entspricht.

Aus dem Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm gemäß Fig. 4 ergibt sich, daß die Verläufe der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} über der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 dann nahezu identisch sind, wenn im Automatgetriebe die Übersetzung „A3“ und gleichzeitig in der Rangegruppe die Übersetzungsstufe „low“ eingelegt ist oder wenn in dem Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A1“ eingelegt ist und in der Rangegruppe 9 gleichzeitig die Übersetzungsstufe „high“ geschaltet ist.

Mit dieser Kenntnis zeigt sich in Zusammenhang mit der Darstellung in Fig. 3, daß der Wechsel der Übersetzungsstufe in der Rangegruppe von „low“ nach „high“ oder von „high“ nach „low“ dann besonders günstig ist, wenn gleichzeitig in dem Automatgetriebe die Übersetzung ausgehend von der Übersetzung „A3“ in die Übersetzung „A1“ oder umgekehrt vorgenommen wird. Die Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4

bleibt dabei im wesentlichen gleich, weshalb eine Anschlußdrehzahl der Drehzahl der Antriebsmaschine 2 der angestrebten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4, bei der die Rangegruppe 9 synchronisiert ist, im wesentlichen
5 gleich der Drehzahl der Antriebsmaschine 2 der aktuell eingelegten Übersetzung des Mehrgruppengetriebes ist.

Das bedeutet, daß beim Umschalten der Übersetzung der Rangegruppe 9 eine Anpassung der Drehzahl der Antriebsmaschine 2 unterbleibt und eine Synchronisierung der zuzuschaltenden Schaltelemente der Rangegruppe 9 und auch der zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine in sehr kurzer Zeit, vorzugsweise in einem Bereich von 0,1 bis 0,2, insbesondere in etwa 0,15 Sekunden, durchgeführt werden kann.
15

Dies stellt eine erhebliche Verkürzung der Zugkraftunterbrechungszeit im Vergleich zu herkömmlichen aus der Praxis bekannten Schaltstrategien dar, mit welchen lediglich
20 Schaltzeiten von einer halben Sekunde bis hin zu einer Sekunde realisiert werden können, was jedoch eine erhebliche Zugkraftunterbrechung bedeutet.

Die Verläufe „A5L“ und „A2H“ des Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramms gemäß Fig. 4 weisen ebenfalls einen nahezu identischen Verlauf auf. Die Übersetzungskombination aus der Übersetzung „A5“ des Automatgetriebes 8 und der Übersetzung „low“ der Rangegruppe 9 zur Darstellung der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 wird jedoch aufgrund der
25 vorgenannten negativen Auswirkungen durch die in der Steuereinrichtung abgelegte und die dem jeweilig aktivierten Schaltprogramm übergeordnete Betriebsstrategie nicht ausgewählt.
30

Es liegt selbstverständlich im Ermessen des Fachman-
nes, eine Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 in
Abhängigkeit des jeweilig vorliegenden Anwendungsfalles
derart auszuführen, daß der Wechsel zwischen der Überset-
zungsstufe „low“ und der Übersetzungsstufe „high“ der Ran-
gegruppe 9 speziell dann durchgeführt wird, wenn in dem
Automatgetriebe 8 die Übersetzung „A5“ oder die Überset-
zung „A2“ eingelegt ist und entsprechend der Übersetzungs-
änderung in der Rangegruppe 9 im Automatgetriebe 8 von der
Übersetzung „A2“ in Richtung der Übersetzung „A5“ oder um-
gekehrt entgegengeschaltet wird.

In Fig. 5 sind mehrere Drehmomentverläufe über einer
Schaltzeit t während einer Änderung der Übersetzung der
Rangegruppe 9 von „low“ nach „high“ dargestellt. Dabei rep-
äsentiert ein Verlauf m_{24} den Verlauf des an dem ersten
Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 anliegenden Drehmomentes
während der Schaltung in der Rangegruppe 9. Ein Ver-
lauf m_{25} stellt das an dem zweiten Schaltelement 25 der
Rangegruppe 9 anliegende Drehmoment während der Änderung
der Übersetzung der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstu-
fe „low“ zu der Übersetzungsstufe „high“ dar.

Damit korrespondiert ein Verlauf m_{mot_e} der Antriebs-
maschine 2, welcher eine Vorgabe der Steuereinrichtung dar-
stellt und als sogenanntes E-Gas-Moment bezeichnet wird.
Das E-Gas-Moment m_{mot_e} ist das während der Schaltung an-
triebsmaschinenseitig an dem Mehrgruppengetriebe 4 anlie-
gende Antriebsmoment der Antriebsmaschine, welches von der
Steuereinrichtung eingestellt wird. Zusätzlich ist ein Ver-
lauf m_{mot_f} dargestellt, welcher den Verlauf eines von
einem Fahrer angeforderten Antriebsmoments der Antriebsma-

schine 2 darstellt, das während der Übersetzungsänderung in der Rangegruppe 9 jedoch nicht berücksichtigt wird.

5 Wird in Abhängigkeit der in der Steuereinrichtung abgelegten übergeordneten Betriebsstrategie ein Signal ausgegeben, das in der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ in die Übersetzungsstufe „high“ geschaltet werden soll, wird das Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2 entsprechend dem Verlauf m_{mot_e} des E-Gas-Momentes zur Entlastung des Antriebsstranges 1 solange verändert, bis das als Klauenkupplung ausgeführte erste Schaltelement 24 entsprechend dem Verlauf m_{24} vollständig entlastet ist.

15 Anschließend wird das E-Gas-Moment m_{mot_e} , welches bis zur vollständigen Entlastung des ersten Schaltelementes 24 konstant gehalten wird, in Richtung eines positiven Wertes verändert. Daran anschließend wird das E-Gas-Moment m_{mot_e} bis zum endgültigen Durchschalten des ebenfalls als Klauenkupplung ausgeführten zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9 um einen gewissen Wert geregelt, wodurch eine Synchronisierung des zweiten Schaltelementes 25 unterstützt wird.

25 Ab einem Zeitpunkt T_{ds} , d. h. dem Durchschaltzeitpunkt des zweiten Schaltelementes 25, steigt das Drehmoment bzw. der Verlauf m_{25} des Drehmomentes des zweiten Schaltelementes 25 sprungartig an, wodurch der Kraftfluß zwischen der Antriebsmaschine 2 und dem Abtrieb des Kraftfahrzeuges hergestellt ist. Gleichzeitig erfolgt eine Anpassung des E-Gas-Momentes m_{mot_e} an das Fahrermoment m_{mot_f} , wodurch der Umschaltvorgang bzw. die Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 beendet ist.

Das in Fig. 6 dargestellte Diagramm, welches mehrere Drehzahlverläufe verschiedener Bauelemente des Antriebsstranges 1 gemäß Fig. 1 während einer Schaltung in der Rangegruppe 9 und dem Automatgetriebe 8 zeigt, stellt die Synchronisierung der Rangegruppe 9 über das Automatgetriebe bzw. dessen Schaltelemente A bis E näher dar. Dabei sind die Drehzahlen n über der Schaltzeit t aufgetragen.

Die verschiedenen Drehzahlverläufe der einzelnen Bauteile des Antriebsstranges 1 sind jeweils durch den Buchstaben n und die Bezugszeichen der Bauteile des Antriebsstranges 1 aus Fig. 1 näher gekennzeichnet. So stellt beispielsweise der Verlauf n_{13} den Drehzahlverlauf des Planetenträgers 13 des ersten Planetenradsatzes 10 dar.

Zum Zeitpunkt T_0 , an welchem die Schaltphase zur Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 beginnt, wird das E-Gas-Moment m_{mot_e} entsprechend dem in Fig. 5 dargestellten Verlauf verändert. Diese von der Steuereinrichtung eingeleitete Maßnahme hat zunächst keinen Einfluß auf die in Fig. 6 dargestellten Drehzahlverläufe n_{13} , n_{15} , n_{16} , n_{17} , n_{18} , n_{19} , n_{22} , n_{23} und den Verlauf der Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2. Mit zunehmender Schaltzeit t wird das Drehmoment m_{24} des ersten Schaltelementes 24 der Rangegruppe 9 bis auf Null abgesenkt und das erste Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 geöffnet.

Das bedeutet, daß das Hohlrad 23 der Rangegruppe 9 von dem Getriebegehäuse 20A der Rangegruppe 9 gelöst wird und drehbar wird. Ab diesem Zeitpunkt steigt der Drehzahlverlauf n_{22} des Hohlrades 22 der Rangegruppe 9 langsam in Richtung der Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 an.

Ab einem Zeitpunkt T_3 wird eine Übertragungsfähigkeit zuzuschaltender und abzuschaltender Schaltelemente des Automatgetriebes 8 derart eingestellt, daß die Drehzahl n_{16} des zweiten Sonnenrades 16 des zweiten Planetenradsatzes 14, die Drehzahl n_{17} des gemeinsamen Hohlrades 17 des zweiten Planetenradsatzes 14, die Drehzahl n_{18} des ersten Planetenträgers 18 des zweiten Planetenradsatzes 14 und die Drehzahl n_{19} des zweiten Planetenträgers 19 des zweiten Planetenradsatzes 14 reduziert werden. Die Drehzahl n_{13} des Planetenträgers 13 des ersten Planetenradsatzes 10, die Drehzahl n_{15} des ersten Sonnenrades des zweiten Planetenradsatzes 14 und die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 bleiben dabei im wesentlichen nahezu unverändert.

Die Einstellung der Übertragungsfähigkeit der Schaltelemente des Automatgetriebes bewirkt in Kombination mit der Vorgabe des E-Gas-Momentes m_{mot_e} eine Angleichung der Drehzahl n_{22} des Hohlrades 22 der Rangegruppe 9 an die Drehzahl n_{23} , bis die Drehzahlen n_{22} und n_{23} identisch sind. In diesem Punkt ist das zweite Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 synchronisiert und kann eingerückt bzw. geschlossen werden. Dieser Punkt ist durch den Zeitpunkt T_2 in Fig. 6 näher gekennzeichnet.

Zum Zeitpunkt T_{ds} wird von einem Positionssensor das Einrücken des zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9 erkannt und das E-Gas-Moment m_{mot_e} dem Fahrermoment m_{mot_f} angeglichen.

Die Darstellungen der Fig. 7 bis Fig. 11 entsprechen jeweils im wesentlichen den Darstellungen der Fig. 2 bis Fig. 6. Anhand der Fig. 7 bis Fig. 11 wird nachfolgend das Verhalten einzelner Betriebsparameter des Antriebsstran-

ges 1 gemäß Fig. 1 während der Änderung der Übersetzungen
des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 beschrieben,
wobei eine Ansteuerung des Antriebsstranges 1 entsprechend
einer Ausführung des Verfahrens nach der Erfindung erfolgt,
5 welche alternativ zu der bezüglich Fig. 2 bis Fig. 6 be-
schriebenen Ausführung ist. In der Beschreibung zu Fig. 7
bis Fig. 11 werden für bau- und funktionsgleiche Bauteile
der Übersichtlichkeit halber dieselben Bezugszeichen wie
bei der Beschreibung zu Fig. 1 bis Fig. 6 verwendet.

10 Fig. 7 zeigt einen Automatgetriebewählhebel 26 mit den
Wählhebelpositionen „D“, „N“, „R“ und „P“. Mit dem Automat-
getriebewählhebel 26 ist ein Auswahlshalter 27 zur fahrer-
seitigen Vorgabe der Übersetzungsstufen „low“ und „high“ in
15 der Rangegruppe 9 kombiniert. Der Auswahlshalter 27 ist
mit der Steuereinrichtung des Antriebsstranges 1 derart
gekoppelt, daß bei einer Fahrerwunschvorgabe über den Aus-
wahlshalter 27 die jeweils angeforderte Übersetzungsstufe
„low“ oder „high“ in der Rangegruppe 9 eingelegt wird.

20 In Abhängigkeit der jeweils in der Rangegruppe 9 ein-
gelegten Übersetzung weisen die einzelnen Gangstufen „I“,
„II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4
die in Fig. 8 in einem Balkendiagramm dargestellten Über-
25 setzungen auf. Die gesamte Höhe eines Balkens entspricht
jeweils einer Übersetzung der einzelnen Gangstufen „I“,
„II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4,
wenn in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „low“ eingelegt
ist. Die einzelnen Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“
30 und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4 werden jeweils durch
eine entsprechende Änderung der Übersetzung des Automat-
getriebes eingestellt, wobei die jeweilige Übersetzung der
Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehr-

gruppengetriebes von der in der Rangegruppe eingelegten Übersetzung abhängt.

Ist in der Rangegruppe 9 die Übersetzungsstufe „low“ eingelegt, ergeben sich für die einzelnen Gangstufen „I“, „II“, „III“, „IV“, „V“ und „VI“ des Mehrgruppengetriebes 4 die durch die schraffierten Balken wiedergegeben Übersetzungswerte. Das heißt, daß das Mehrgruppengetriebe 4 in der Übersetzungsstufe „low“ der Rangegruppe 9 sechs Gänge aufweist, deren Übersetzungen Werte zwischen z. B. 11,3 und 1,87 annehmen. Ist in der Rangegruppe 9 die Übersetzung „high“ eingelegt, weist das Mehrgruppengetriebe 4 ebenfalls sechs Gänge auf, deren Übersetzungen Werte zwischen z. B. 4,17 und 0,69 annehmen.

Fig. 9 zeigt ein Drehzahl-Geschwindigkeits-Diagramm, welches prinzipmäßig dem Diagramm gemäß Fig. 4 entspricht. Des weiteren sind in Fig. 10 mehrere Momentenverläufe dargestellt, welche sich an verschiedenen Bauteilen des Antriebsstranges 1 während einer Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ zu der Übersetzungsstufe „high“ einstellen. Zusätzlich sind in Fig. 11 mehrere Drehzahlverläufe einzelner Bauteile des Antriebsstranges 1 gemäß Fig. 1 während der Übersetzungsänderung in der Rangegruppe 9 über der Schaltzeit t aufgetragen.

Nachfolgend wird anhand der in Fig. 9 bis Fig. 11 dargestellten Diagramme ein Verfahren zum Steuern des Antriebsstranges 1 beschrieben, mittels welchem eine Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von der Übersetzungsstufe „low“ in die Übersetzungsstufe „high“ bei beliebiger Fahr-

zeuggeschwindigkeit mit sehr kurzen Zugkraftunterbrechungszeiten durchführbar ist.

5 Bezug nehmend auf Fig. 9 wählt der Fahrer des Fahrzeuges zu einem Zeitpunkt T_0 an dem Auswahlshalter 27 die Übersetzungsstufe „high“ in der Rangegruppe 9 aus, in welcher zu diesem Zeitpunkt die Übersetzungsstufe „low“ eingelegt ist. Wählt der Fahrer die Übersetzung „low“ aus, wenn diese in der Rangegruppe 9 bereits eingelegt ist, wird die
10 Fahrerwunschvorgabe in der Steuereinrichtung des Antriebsstranges 1 ignoriert.

15 Mit Eingang der Fahrerwunschvorgabe in der Steuereinrichtung des Antriebsstranges 1 wird von der Steuereinrichtung das Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2 reduziert, was durch den Verlauf des E-Gas-Momentes m_{mot_e} in Fig. 10 grafisch wiedergegeben ist.

20 Durch die Reduzierung des Antriebsmomentes der Antriebsmaschine 2 wird der Antriebsstrang 1 entlastet, wodurch gleichzeitig das an dem ersten Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 anliegende Drehmoment m_{24} gegen Null geht. Ist das erste Schaltelement 24 der Rangegruppe 9 vollständig entlastet, wird das erste Schaltelement 24 ausgerückt,
25 wodurch in der Rangegruppe 9 der Neutralzustand eingestellt ist. Das als Klauenkupplung ausgeführte erste Schaltelement 24 wird über einen in der Rangegruppe 9 angeordneten Elektromotor geöffnet. Über einen nicht näher dargestellten Positionssensor wird der geöffnete Zustand des ersten
30 Schaltelementes 24 festgestellt. Ein Signal des Positionssensors wird in der Steuereinrichtung verarbeitet, und zuzuschaltende Schaltelemente des Automatgetriebes 8, welche einer der Schaltung in der Rangegruppe entsprechenden Ge-

genschaltung in dem Automatgetriebe beteiligt sind, werden von der Steuereinrichtung angesteuert.

Die Vorteile des Vorgehens, daß mit der Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 eine entsprechende Gegenschaltung im Automatgetriebe 8 erfolgt, ohne daß eine Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} verändert wird, sind in Fig. 8 durch die Pfeile 28 und 29 verdeutlicht. Erfolgt bei einer Änderung der Übersetzung der Rangegruppe 9 von „low“ nach „high“ bei in dem Automatgetriebe 8 eingelegter Übersetzung „A6“ eine Gegenschaltung in dem Automatgetriebe 8 in die Übersetzung „A3“, weicht eine Anschlußdrehzahl der Antriebsmaschine 2 des neuen Ganges des Mehrgruppengetriebes erheblich weniger von der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine bei der Ausgangsübersetzung „A6L“ des Mehrgruppengetriebes 4 ab, als dies ohne Gegenschaltung im Automatgetriebe 8 der Fall ist.

Die Anschlußdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2, welche sich ohne entsprechende Gegenschaltung im Automatgetriebe 8 einstellen würde, ist durch den weiteren Pfeil 29 in Fig. 8 dargestellt. Dieser große Drehzahlsprung ist für das Fahrverhalten nachteilig, da eine Ausgleichszeit, während der die Drehzahl der Antriebsmaschine auf die neue Drehzahl bzw. die Anschlußdrehzahl eingestellt wird, viel länger ist als bei geringeren Drehzahldifferenzen. Der Nachteil ergibt sich aus der Tatsache, daß der Antriebsstrang während der Ausgleichszeit entlastet ist und die Schaltung eine Zugkraftunterbrechung verursacht, die unter Umständen eine Weiterfahrt an großen Steigungen unmöglich macht.

Nach der Entlastung des Antriebsstranges 1 und somit des ersten Schaltelementes 24 der Rangegruppe 9 wird das Drehmoment der Antriebsmaschine bzw. das E-Gas-Moment m_{mot_e} konstant gehalten und in einer anschließenden Regelungsphase in der in Fig. 10 schematisch dargestellten Art und Weise derart eingestellt, daß in Abhängigkeit des Drehmomentes m_{mot} der Antriebsmaschine und auch der Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 eine Synchronisierung des zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9 sowie der zur Einstellung der neuen Übersetzung des Automatgetriebes 8 zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 erfolgt.

Mit den Drehmomentverläufen aus Fig. 10 korrespondierenden Drehzahlverläufe der einzelnen Bauelemente des Antriebsstranges 1, die in Fig. 11 dargestellt sind. Zu einem Zeitpunkt T_0 , an welchem die Fahrerwunschvorgabe zur Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe 9 von der Übersetzung „low“ zu der Übersetzung „high“ über den Auswahlwechsler 27 erfolgt, beginnt die Schaltung in dem Mehrgruppengetriebe entsprechend der Fahrerwunschvorgabe, die eine Änderung der Drehzahlen bzw. eine Änderung der Verläufe der einzelnen Drehzahlen der an der Schaltung beteiligten Bauelemente des Antriebsstranges bewirkt.

Um die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 in einer möglichst kurzen Zeit von der Drehzahl des zum Zeitpunkt T_0 der Fahrerwunschvorgabe vorliegenden Ganges des Mehrgruppengetriebes 4 auf die Anschlußdrehzahl des einzustellenden Ganges des Mehrgruppengetriebes 4 zu führen, wird eine Übertragungsfähigkeit der zuzuschaltenden und der abzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 jeweils derart eingestellt, daß die Drehzahl n_{mot}

der Antriebsmaschine 2 den in Fig. 11 dargestellten Verlauf aufweist.

5 Zum Zeitpunkt T_1 hat die Drehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 die Anschlußdrehzahl n_{mot_a} erreicht, welche zuvor in der Steuereinrichtung in Abhängigkeit der „neuen“ Übersetzung des Mehrgruppengetriebes 4 und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} berechnet wird. Dabei wird die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{fzg} durch im Fahrzeug vorhandene und nicht näher dargestellte ABS-Sensoren oder anderen
10 geeigneten Einrichtungen des Fahrzeugs bestimmt.

Die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 ist mit der vorbeschriebenen Vorgehensweise wesentlich schneller auf die Anschlußdrehzahl n_{mot_a} bringbar, als dies
15 über eine alleinige Einstellung über das E-Gas-Moment der Fall ist. So wird die Antriebsmaschine 2 im vorliegenden Fall vorzugsweise über eine Erhöhung der Übertragungsfähigkeit der zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 9 abgebremst. Die zuzuschaltenden Schaltelemente des
20 Automatgetriebes 8 werden in einer sogenannten Schlupfphase betrieben und bremsen die Antriebsmaschine 2 auf die entsprechende Anschlußdrehzahl der Antriebsmaschine in kürzester Zeit ab. Die Ansteuerung der zuzuschaltenden Schaltele-
25 mente des Automatgetriebes erfolgt derart, daß über eine gesteuerte Befüllung der reibschlüssigen Schaltelemente eine Übertragungsfähigkeit in der erforderlichen Höhe vorliegt.

30 Zum Zeitpunkt T_2 sind die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 und das zweite Schaltele-
ment 25 der Rangegruppe 9 synchron, so daß die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 sowie das

zweite Schaltelement 25 geschlossen werden können und der Kraftfluß von der Antriebsmaschine 2 zum Abtrieb des Fahrzeuges wiederhergestellt ist. Gleichzeitig werden die abzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 geöffnet und aus dem Kraftfluß des Antriebsstranges 1 genommen.

Über einen weiteren Positionssensor wird das Durchschalten des als Klauenkupplung ausgeführten zweiten Schaltelementes 25 erkannt und das Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2, d.h. das E-Gas-Moment m_{mot_e} , dem angeforderten Antriebsmoment m_{mot_f} angeglichen, und die Weiterfahrt wird mit entsprechender Antriebsdrehzahl und dem angeforderten Antriebsmoment der Antriebsmaschine 2 durchgeführt.

Der vorbeschriebenen Synchronisierung der an der Schaltung des Mehrgruppengetriebes 4 beteiligten Schaltelemente des Automatgetriebes 8 und der Rangegruppe 9 liegen die in Fig. 11 dargestellten Drehzahlverläufe n_{13} , n_{15} , n_{16} , n_{17} , n_{18} , n_{19} , n_{22} und n_{23} zugrunde. Der Zeitpunkt T_0 stellt den Beginn der Schaltphase in dem Mehrgruppengetriebe 4 dar. Hierbei wird die Schaltung im Gegensatz zu der Beschreibung zu Fig. 6 nicht automatisiert geschaltet, sondern erfolgt in Abhängigkeit einer Fahrerwunschvorgabe. Mit der Generierung der Fahrerwunschvorgabe zum Einlegen der Übersetzung „low“ in der Rangegruppe 9 wird eine Übertragungsfähigkeit der Schaltelemente des Automatgetriebes derart eingestellt, daß die Drehzahlen n_{13} , n_{15} , n_{18} , n_{19} und die Antriebsdrehzahl n_{mot} reduziert werden. Die Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 bleibt dabei im wesentlichen unverändert.

Die in Fig. 10 dargestellte Reduzierung des Antriebsmomentes n_{mot} über die Reduzierung des E-Gas-Momentes m_{mot_e} führt zu einer Entlastung des ersten Schaltelementes 24 der Rangegruppe 9, so daß dieses kurz nach dem Zeitpunkt T_0 geöffnet werden kann und die Drehzahl n_{22} des Hohlrades 22 der Rangegruppe 9 mit zunehmender Schaltzeit t langsam in Richtung der Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 ansteigt.

Ab dem Zeitpunkt T_1 , an welchem die Antriebsdrehzahl n_{mot} der Antriebsmaschine 2 die Anschlußdrehzahl n_{mot_a} erreicht hat, wird die Übertragungsfähigkeit der Schaltelemente des Automatgetriebes 8 derart eingestellt, daß die Drehzahlen n_{15} , n_{17} , n_{18} , n_{19} weiter reduziert werden und die Drehzahl n_{16} des zweiten Sonnenrades 16 des zweiten Planetenradsatzes 14 in Richtung der Drehzahl n_{23} des Planetenträgers 23 der Rangegruppe 9 ansteigt.

Zum Zeitpunkt T_2 sind die Drehzahlen n_{15} , n_{16} , n_{17} , n_{18} , n_{19} , und n_{22} gleich den Drehzahlen n_{13} und n_{23} , so daß die zuzuschaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes 8 sowie das zweite Schaltelement 25 der Rangegruppe 9 synchronisiert sind und geschlossen werden können. Zum Zeitpunkt T_{ds} wird das Durchschalten des zweiten Schaltelementes 25 der Rangegruppe 9 über einen Positionssensor festgestellt, und der Schaltvorgang des Mehrgruppengetriebes 4 ist beendet.

Die beiden vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele weisen den Vorteil auf, daß auf mechanische Synchronisierungen in der Rangegruppe verzichtet werden kann, wodurch sich eine Schleppmomentenreduktion und eine daraus resultierende

Reduzierung eines Kraftstoffverbrauches ergibt. Zusätzlich resultieren aus den nicht erforderlichen mechanischen Synchronisierungen Gewichts-, Bauraum- und Kostenvorteile bei der als klauengeschaltete Getriebegruppe ausgeführten Range-
5 gruppe.

Darüber hinaus sind mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhebliche Verkürzungen der Zugkraftunterbrechungszeit während der Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe
10 gegenüber herkömmlichen Verfahren erzielbar. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 2 bis 5 erfolgt die Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe automatisch, wodurch ein Fahrer vorteilhafterweise entlastet wird.

15 Mit der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß den Figuren 6 bis 10 ist eine Änderung der Übersetzung in der Rangegruppe mit der Generierung einer Fahrerwunschvorgabe zum Ändern der Übersetzung in der Rangegruppe bei jeder Fahrzeuggeschwindigkeit mit geringer Zugkraftunterbrechungszeit durchführbar, wobei gleichzeitig nach dem
20 Gangwechsel im Mehrgruppengetriebe eine passende Motordrehzahl der neuen Übersetzung des Mehrgruppengetriebes vorliegt, wodurch ein Fahrkomfort und eine Fahrsicherheit, insbesondere an großen Steigungen, erheblich verbessert
25 wird.

Bezugszeichen

	1	Antriebsstrang
5	2	Antriebsmaschine
	3	Anfahrelement
	4	Mehrgruppengetriebe
	5	Ausgangswelle
	6	hydrodynamischer Drehmomentwandler
10	7	geregelte Wandlerkupplung
	8	Automatgetriebe
	9	Rangegruppe
	10	erster Planetenradsatz
	11	Hohlrad des ersten Planetenradsatzes
15	12	Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes
	13	Planetenträger des ersten Planetenradsatzes
	14	zweiter Planetenradsatz
	15	erstes Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes
	16	zweites Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes
20	17	gemeinsames Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes
	18	erster Planetenträger des zweiten Planetenradsatzes
	19	zweiter Planetenträger des zweiten Planetenradsatzes
	20	Getriebegehäuse
25	20A	Getriebegehäuse der Rangegruppe
	21	Sonnenrad der Rangegruppe
	22	Hohlrad der Rangegruppe
	23	Planetenträger der Rangegruppe
	24	erstes Schaltelement der Rangegruppe
30	25	zweites Schaltelement der Rangegruppe
	26	Automatgetriebewählhebel
	27	Auswahlschalter
	28	Pfeil

29	Pfeil
30	Kreis
	A - E Schaltelelemente des Automatgetriebes
5	"D" Drive, Vorwärtsfahrt
	„A1“-„A6“ Übersetzung des Automatgetriebes
	H Übersetzung „high“ der Rangegruppe
	L Übersetzung „low“ der Rangegruppe
	m Moment
10	m_mot_e E-Gas-Moment
	m_mot_f Fahrermoment
	m_24 Verlauf des Drehmomentes des ersten Schaltelelementes der Rangegruppe
	m_25 Verlauf des Drehmomentes des zweiten Schaltelemen- tes der Rangegruppe
15	n Drehzahl
	"N" Neutral
	n_mot Antriebsdrehzahl der Antriebsmaschine
	n_mot_a Anschlußdrehzahl
20	"O" Offroad, Vorwärtsfahrt
	"P" Parken
	"R" Rückwärtsfahrt
	"t" Schaltzeit
	"T" Zeitpunkt
25	T_ds Durchschaltzeitpunkt
	v_fzg Fahrzeuggeschwindigkeit
	I - III Übersetzung des Mehrgruppengetriebes
	III-L Übersetzung des Mehrgruppengetriebes
	III-H Übersetzung des Mehrgruppengetriebes
30	IV - VIII Übersetzung des Mehrgruppengetriebes

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges (1)
5 eines Fahrzeugs, insbesondere eines Geländefahrzeugs, mit
einer Antriebsmaschine (2), mit einem Mehrgruppengetriebe (4), mit einem Abtrieb und mit einer Steuereinrichtung,
wobei das Mehrgruppengetriebe (4) wenigstens aus einem Automatgetriebe (8) und einer nachgeschalteten Rangegruppe
10 pe (9) besteht, und wobei bei einer Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9)
a) der Antriebsstrang (1) durch Änderung des Momentes (m_{mot}) der Antriebsmaschine (2) entlastet wird,
b) ein abzuschaltendes Schaltelement (24 bzw. 25) der
15 Rangegruppe abgeschaltet wird,
c) ein zuzuschaltendes Schaltelement (24 bzw. 25) der Rangegruppe (9) synchronisiert und zugeschaltet wird
und
d) eine Übersetzung des Automatgetriebes (8) derart geändert wird, daß eine Änderung der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes (4) kleiner ist als bei einer alleinigen Änderung der Übersetzung der Rangegruppe (9),
20 dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Drehzahl (n_{mot}) der Antriebsmaschine (2) durch eine Veränderung einer Übertragungsfähigkeit wenigstens eines Schaltelementes des Automatgetriebes (8) auf eine der einzustellenden Übersetzung des Mehrgruppengetriebes (4) äquivalente Anschlußdrehzahl (mot_a), bei der das zuzuschaltende Schaltelement (24 bzw. 25) der Rangegruppe (9) synchron
25 ist, eingestellt wird.
30

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß eine Anforderung eines
Fahrers (m_{mot_f}) zur Änderung des Drehmomentes (m_{mot}) der
Antriebsmaschine (2) während der Änderung der Übersetzung
5 der Rangegruppe (9) erst mit Abschluß der Übersetzungsände-
rung berücksichtigt wird, wobei die Änderung des Antriebs-
momentes (m_{mot}) der Antriebsmaschine (2) zur Entlastung
des Antriebsstranges (1) von der Steuereinrichtung gesteu-
ert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß nach der Änderung der
Übersetzung der Rangegruppe (9) die Anforderung des Fah-
rers (m_{mot_f}) zur Änderung des Drehmomentes (m_{mot}) der
15 Antriebsmaschine (2) durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Einstellung der
Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) der Antriebsmaschine (2) eine
20 Übertragungsfähigkeit von abzuschaltenden Schaltelementen
des Automatgetriebes (8) reduziert wird und eine Übertra-
gungsfähigkeit von zuzuschaltenden Schaltelementen des Au-
tomatgetriebes (8) erhöht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß bei Vorliegen der
Anschlußdrehzahl (n_{mot_a}) der Antriebsmaschine (2) eine
Übertragungsfähigkeit der abzuschaltenden Schaltelemente
des Automatgetriebes (8) aufgehoben wird, während die zuzu-
30 schaltenden Schaltelemente des Automatgetriebes (8) in ei-
nem Schlupfbetrieb gehalten werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die zuzuschaltenden
Schaltelemente des Automatgetriebes (8) und das zuzuschal-
tende Schaltelement (24 bzw. 25) der Rangegruppe (9) in
5 synchronem Zustand vollständig geschlossen werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Änderung der Über-
setzung der Rangegruppe (9) und die damit einhergehende
10 Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes (8) bei Vor-
liegen eines definierten Betriebszustandes automatisch er-
folgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch
15 g e k e n n z e i c h n e t , daß die Änderung der Über-
setzung der Rangegruppe (9) und die damit einhergehende
Änderung der Übersetzung des Automatgetriebes (8) bei Vor-
liegen der Fahrerwunschvorgabe durchgeführt wird.

20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Steuereinrichtung
ein Antriebsmaschinensteuergerät, ein Automatgetriebesteu-
ergerät und ein Rangegruppensteuergerät hat, welche mitein-
ander verbunden sind und Signale austauschen, oder wobei
25 das Automatgetriebesteuergerät und das Rangegruppensteuer-
gerät in einem gemeinsamen Steuergerät zusammengefaßt sind.

Zusammenfassung

Verfahren zum Steuern eines
Antriebsstranges eines Fahrzeugs

5

10

15

20

25

30

Es wird ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Fahrzeugs, insbesondere eines Geländefahrzeugs, mit einer Antriebsmaschine, mit einem Mehrgruppengetriebe, mit einem Abtrieb und mit einer Steuereinrichtung beschrieben. Das Mehrgruppengetriebe besteht wenigstens aus einem Automatgetriebe und einer nachgeschalteten Rangegruppe. Bei einer Änderung der Übersetzung der Rangegruppe wird

- a) der Antriebsstrang durch Änderung des Momentes der Antriebsmaschine entlastet,
- b) ein abzuschaltendes Schaltelement der Rangegruppe abgeschaltet,
- c) ein zuzuschaltendes Schaltelement der Rangegruppe synchronisiert und zugeschaltet und
- d) eine Übersetzung des Automatgetriebes derart geändert, daß eine Änderung der Übersetzung des Mehrgruppengetriebes kleiner ist als bei einer alleinigen Änderung der Übersetzung der Rangegruppe.

Eine Drehzahl der Antriebsmaschine wird durch eine Veränderung einer Übertragungsfähigkeit wenigstens eines Schaltelementes des Automatgetriebes auf eine der einzustellenden Übersetzung des Mehrgruppengetriebes äquivalente Anschlußdrehzahl, bei der das zuzuschaltende Schaltelemente der Rangegruppe synchron ist, eingestellt.

Fig. 1